

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-270214

(43)Date of publication of application : 09.10.1998

(51)Int.Cl.

H01C 7/10

(21)Application number : 09-077449 (71)Applicant : TOSHIBA CORP

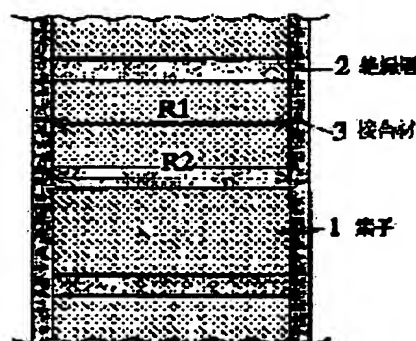
(22)Date of filing : 28.03.1997 (72)Inventor : ANDO HIDEYASU  
SHINDOU TAKAHIKO

## (54) LAMINATED JUNCTION BODY OF NONLINEAR RESISTOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laminated junction body of nonlinear resistors having a high junction strength and a superior withstand voltage characteristic.

**SOLUTION:** A laminated junction body is formed by junction elements 1, containing a zinc oxide as main components to each other by applying a cementing material containing 80-98 wt.% conductive metal, such as silver, gold, etc., and glass, such as the silicate glass, etc., to the upper and lower surfaces of an elements 1 and heat-treating a material 3 within the temperature range of 200-600° C. Then insulating layers 2 are formed on the entire side faces of the function body by applying an insulating material to the side faces and baking the insulating material. At the time of forming the laminated body, the electrode diameter ratio, namely, a ratio  $R2/R1$  to the diameter  $R2$  or the cementing material 3 to that  $R1$  of the element 1 is adjusted to be in the range of  $0.9 < R2/R1 \leq 1$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-270214

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 C 7/10

識別記号

F I

H 0 1 C 7/10

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-77449  
(22) 出願日 平成9年(1997)3月28日

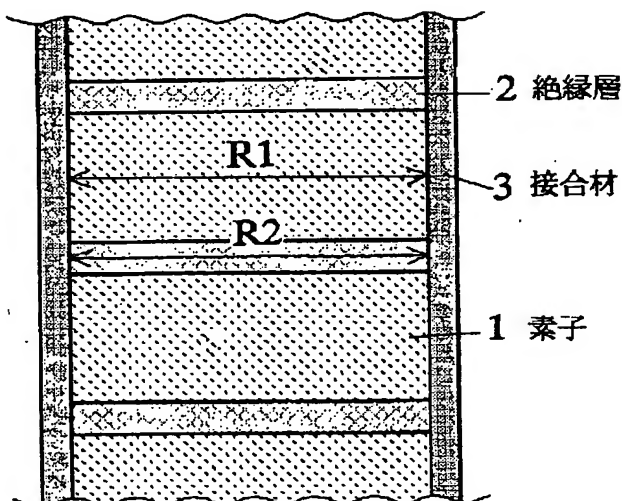
(71) 出願人 000003078  
株式会社東芝  
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
(72) 発明者 安藤 秀泰  
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内  
(72) 発明者 新藤 尊彦  
神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株  
式会社東芝浜川崎工場内  
(74) 代理人 弁理士 木内 光春

(54) 【発明の名称】 非直線抵抗体の積層接合体

(57) 【要約】

【課題】 接合強度が高く、かつ、耐電圧特性に優れた非直線抵抗体の積層接合体を提供する。

【解決手段】 酸化亜鉛を主成分とする素子1の上下面に、含有率80wt%~98wt%の銀もしくは金等の導電性金属と、ケイ酸ガラス等のガラスとからなる接合材2を塗布し、200℃~600℃の範囲内で熱処理することにより、素子1間を接合する。この接合体の側面全体に、絶縁物を塗布して焼き付けることにより、絶縁層3を形成する。このとき、電極径比、すなわち、接合材2の直径R2/素子1の直径R1を、 $0.9 < R2/R1 \leq 1$ の範囲とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化亜鉛を主成分とした焼結体からなる素子を積層してなる非直線抵抗体の積層接合体において、

前記素子と素子との間が一層の導電接合材料によって接合され、前記導電接合材料による接合時の熱処理温度が200℃～600℃の範囲内であることを特徴とする非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項2】 前記素子及び前記導電接合材料からなる側面全体が、絶縁層によってコーティングされていることを特徴とする請求項1記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項3】 前記導電接合材料が、金及び銀を含む導電金属材料から選択された導電金属材料と、ガラス材料とから構成されており、前記導電金属材料の含有率が80wt%～98wt%の範囲内であることを特徴とする請求項1または2記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項4】 前記素子の直径をR1とし、前記導電接合材料の直径をR2とした場合に、これらの比 $R2/R1$ が、

$$0.9 < R2/R1 \leq 1$$

の範囲内にあることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項5】 端部に位置する前記素子に端子金属が導電接合材料により接合されてなることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項6】 前記素子と前記端子金属とを接合する前記導電接合材料の該素子及び該端子金属の接合時の熱処理温度が、200℃～600℃の範囲内であることを特徴とする請求項5記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項7】 前記端子金属の材料が、アルミニウムまたは黄銅の中から選択された材料であることを特徴とする請求項5または6記載の非直線抵抗体の積層接合体。

【請求項8】 前記素子と前記端子金属とを接合する前記導電接合材料が、ハンダを含むことを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項記載の非直線抵抗体の積層接合体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、避雷器、サージアブソーバ等に用いられる非直線抵抗体、すなわち、酸化亜鉛を主成分とした焼結体からなる素子を積層してなる非直線抵抗体の積層接合体に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、電力系統においては、正常な電圧に重畳される過電圧を除去し、電力系統や電気機器を保護するため、避雷器やサージアブソーバなどの過電圧保護装置が用いられている。そして、この過電圧保護装置には正常な電圧ではほぼ絶縁特性を示し、過電圧が印

加されると低抵抗値となる特性を有する非直線抵抗体が多用されている。

【0003】 非直線抵抗体には、一般に、酸化亜鉛を主成分とした素子が用いられる。この素子は、酸化亜鉛に、非直線特性を得るために添加物として酸化ビスマス、酸化アンチモン、二酸化マンガ、酸化ニッケル等の少なくとも一種以上金属酸化物を加えて、混合、造粒、及び成形して焼結した焼結体である。そして、一般的には、個々の素子の側面に絶縁層、両端面にアーク溶射等によりアルミニウムなどの電極が形成されて、非直線抵抗体が構成されている。

【0004】 このような構成を有する非直線抵抗体は、大型形状のものが製造されにくい、系統電圧に応じた必要枚数だけ複数積層され、この積層状態で、避雷器やサージアブソーバ等に使用される。しかしながら、非直線抵抗体を多数積層する場合、それらを固定するために絶縁体からなる支持棒を用いる必要があるため、碍子の径が大きくなり、コストがかかるという問題があった。

【0005】 このため、非直線抵抗体の一体化が求められており、導電接合技術が開発されている。例えば、電極間を金属リングとエポキシ系の導電性接着剤を用いて接合する技術が、特開平7-211520号公報に開示されている。すなわち、この技術によれば、素子の両端面にアルミニウム等の電極を設け、素子間、及び素子と端子金属との間の接合材料として、エポキシ系導電性接着剤及び接着剤はみ出し防止用の金属リングを用い、素子と端子金属とを一体化して構成する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述した特開平7-211520号公報に開示されている導電接合技術を用いた積層接合体では、素子と電極との間で接合強度が低く、かつ、接合部分の構造が複雑であるため、信頼性が低いという問題があった。

【0007】 本発明の目的は、以上のような従来の課題を解決し、接合強度が高く、かつ、耐電圧特性に優れた非直線抵抗体の積層接合体を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 請求項1記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、酸化亜鉛を主成分とした焼結体からなる素子を積層してなる非直線抵抗体の積層接合体において、前記素子と素子との間が一層の導電接合材料によって接合され、前記導電接合材料による接合時の熱処理温度が200℃～600℃の範囲内であることを特徴としている。

【0009】 請求項1記載の発明によれば、素子間に溶射電極を形成せずに導電接合材料によって一層の接合構造とすることにより、接合強度を高くすることができ、その接合温度を200℃～600℃の範囲内とすることにより、接合強度を高くすると共に抵抗比を良好な値に

することができる。このため、接合強度が高く、かつ、耐電圧特性に優れた非直線抵抗体の積層接合体が得られる。

【0010】請求項2記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項1記載の発明において、前記素子及び前記導電接合材料からなる側面全体が、絶縁層によってコーティングされていることを特徴としている。

【0011】請求項2記載の発明によれば、素子のみでなく導電接合材料の側面にも絶縁層が形成されているため、耐電圧特性を高めることができる。

【0012】請求項3記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項1または2記載の発明において、前記導電接合材料が、金及び銀を含む導電金属材料から選択された導電金属材料と、ガラス材料とから構成されており、前記導電金属材料の含有率が80wt%～98wt%の範囲内であることを特徴としている。

【0013】請求項3記載の発明によれば、導電金属材料の含有率が最適な値であるため、絶縁成分が多すぎるために抵抗比が上昇したり、ガラス成分が少なすぎるために接合強度が低下したりすることがなく、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0014】請求項4記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項1乃至3のいずれか1項記載の発明において、前記素子の直径を $R_1$ とし、前記導電接合材料の直径を $R_2$ とした場合に、これらの比 $R_2/R_1$ が、

$$0.9 < R_2/R_1 \leq 1$$

の範囲内にあることを特徴としている。

【0015】請求項4記載の発明によれば、接着面積及び通電面積が小さいために接合強度が低下し、かつ、抵抗比が上昇したり、導電接合材料が素子をはみ出すことによってその部分が閃絡の起点となることにより、耐電圧特性が低下したりすることがなく、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0016】請求項5記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項1乃至4のいずれか1項記載の発明において、端部に位置する前記素子に端子金属が導電接合材料により接合されてなることを特徴としている。

【0017】請求項5記載の発明によれば、積層接合体の端部に端子金属を導電接合材料によって接合し、一体化することにより、この非直線抵抗体を採用した避雷器を小型縮小化することができると共に、信頼性の高い非直線抵抗体を得られる。

【0018】請求項6記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項5記載の発明において、前記素子と前記端子金属とを接合する前記導電接合材料の該素子及び該端子金属の接合時の熱処理温度が、200℃～600℃の範囲内であることを特徴としている。

【0019】請求項7記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項5または6記載の発明において、

前記端子金属の材料が、アルミニウムまたは黄銅の中から選択された材料であることを特徴としている。

【0020】請求項8記載の発明による非直線抵抗体の積層接合体は、請求項5乃至7のいずれか1項記載の発明において、前記素子と前記端子金属とを接合する前記導電接合材料が、ハンダを含むことを特徴としている。

【0021】請求項6乃至8記載の発明によれば、いずれも、素子と端子金属との接合強度を高くすることができる。そのため、優れた特性の積層接合体が得られる。

#### 【0022】

【実施例】以下に、本発明による非直線抵抗体とその製造方法を適用した具体的な複数の実施例について、図面を参照して説明する。

#### 〔1. 第1の実施例〕

〔1-1. 構成〕本発明による第1の実施例として、請求項1～請求項4記載の発明を適用した実施例を、図1～図3を参照して説明する。

【0023】まず、酸化亜鉛( $ZnO$ )に、二酸化マンガ ( $MnO_2$ )、二酸化ケイ素( $SiO_2$ )、及び酸化クロム( $Cr_2O_3$ )をそれぞれ0.5mol%添加すると共に、酸化ビスマス( $Bi_2O_3$ )、酸化アンチモン( $Sb_2O_3$ )、及び酸化ニッケル( $NiO$ )をそれぞれ1mol%添加して原料とした。次いで、この原料を水と分散剤の有機バインダー類と共に混合装置に入れ混合し、この混合物をスプレードライヤー等で噴霧造粒した。そして、これらの造粒粉を金型に入れ加圧し、直径40mm、厚さ30mmの円板に成形した後、この成形体を1200℃で焼成した。

【0024】次に、図1に示すように、焼結体である素子1の上下面を研磨した後、研磨面に導電金属材料、例えば銀( $Ag$ )もしくは金( $Au$ )等の導電性金属と、例えばケイ酸( $SiO_2$ )ガラス等のガラスとからなる導電性の接合材2を塗布し、加圧しながら熱処理することによって素子1と素子1の間を接合した。そして、側面全体に絶縁物を塗布して所定の温度で焼き付けることにより絶縁層3を形成し、非直線抵抗体の積層接合体を作製した。

【0025】また、図2に示すように、接合材2を塗布する前に、素子1の研磨面に例えばアルミニウム製の溶射電極4を形成して、非直線抵抗体の積層接合体を作製した。

【0026】更に、図3に示すように、素子1を接合する前に、各素子1の側面に絶縁物を塗布して所定の温度で焼き付けることにより、絶縁層3を形成した。その後、素子1間に接合材2を塗布し、加圧しながら焼き付けを行い、非直線抵抗体の積層接合体を作製した。

【0027】この場合、本実施例では、以上のような非直線抵抗体の製造工程のうち、接合材2の金属量や接合時の焼き付け温度、及び電極径比等の積層接合体の製造条件を変化させることにより、複数種類の非直線抵抗体

を作製した。なお、電極径比は、図1に示す接合材2の直径R2/素子1の直径R1で表す。また、ここでは、接合材2の金属量は95～99wt%の範囲で変化させ、接合時の焼き付け温度は100～700℃の範囲で変化させた。

【0028】[1-2. 積層接合体の特性試験] 以上のように作製した複数種類の非直線抵抗体に対して、積層接合体の特性、すなわち接合強度、抵抗比、及び耐電圧を求める試験を行った。

【0029】各製造条件のもとで作製された非直線抵抗体の積層接合体の全てに対し、一種類につき各10個の試料を用意する。ここで、接合強度は、接合体に剪断荷重かけたときの剪断接合強度の平均値であり、抵抗比は、素子1単体に1mAの電流を流した時の抵抗率に対する接合体に1mAの電流を流した時の抵抗率の比の平均値である。また、耐電圧は、接合体に、 $4 \times 10 \mu s$ のインパルス電流を約5kV/cmから約1kV/cmずつ上げて印加した後冷却するという印加と冷却を繰り返す試験を行い、その結果閃絡しなかった電界強度の最大値の平均値である。

【0030】表1に、各積層接合体（接合体No. 1～No. 16）について、その製造条件と、接合強度、抵抗比、及び耐電圧試験の結果を示す。すなわち、接合体No. 1、No. 3～No. 7、及びNo. 9～No. 13は、図1に示すように、溶射電極が形成されておらず、絶縁層3が全体に形成されている接合体であり、接合体No. 3～No. 7はそれぞれ接合温度が異なっており、接合体No. 9～No. 13はそれぞれ金属量が異なっている。また、接合体No. 14～No. 16も同様に、溶射電極が形成されておらず絶縁層3が全体に形成されている接合体であるが、電極径比（R2/R1）が他の接合体と異なっており、素子1の直径R1より接合材2の直径R1が小さい場合と大きい場合とが設定されている。

【表1】

| 接合体<br>No. | 溶射電極 | 接合温度<br>(°C) | 絶縁層 | 金属量<br>(wt%) | R2/R1 | 接合強度<br>(MPa) | 抵抗比 | 耐電圧<br>(V/cm) |
|------------|------|--------------|-----|--------------|-------|---------------|-----|---------------|
| 1          | 無    | 500          | 全体  | 95           | 1.00  | 5.6           | 1.0 | 15.2          |
| 2          | 有    | "            | "   | "            | "     | 2.1           | 1.0 | 13.5          |
| 3          | 無    | 100          | "   | "            | "     | 2.3           | 1.1 | 13.5          |
| 4          | "    | 200          | "   | "            | "     | 4.8           | 1.0 | 14.2          |
| 5          | "    | 300          | "   | "            | "     | 4.9           | 1.0 | 14.8          |
| 6          | "    | 400          | "   | "            | "     | 5.2           | 1.0 | 15.0          |
| 7          | "    | 600          | "   | "            | "     | 5.8           | 1.0 | 15.0          |
| 8          | "    | 500          | 単体  | "            | "     | 4.8           | 1.0 | 10.8          |
| 9          | "    | "            | 全体  | 70           | "     | 5.9           | 1.2 | 15.0          |
| 10         | "    | "            | "   | 80           | "     | 5.7           | 1.0 | 15.2          |
| 11         | "    | "            | "   | 90           | "     | 5.7           | 1.0 | 14.9          |
| 12         | "    | "            | "   | 97           | "     | 5.1           | 1.0 | 14.9          |
| 13         | "    | "            | "   | 99           | "     | 2.9           | 1.0 | 15.2          |
| 14         | "    | "            | "   | "            | 0.8   | 3.9           | 1.1 | 13.9          |
| 15         | "    | "            | "   | "            | 0.9   | 4.9           | 1.0 | 14.9          |
| 16         | "    | "            | "   | "            | 1.01  | 5.2           | 1.0 | 10.2          |

更に、接合体No. 2は、図2に示すように、溶射電極4が形成されている接合体であり、接合体No. 8は、図3に示すように、溶射電極4は形成されておらず、絶縁層3が素子1毎に形成されている接合体である。

【0032】表1の試験結果から、以下のことが明らかとなった。

(1) 接合体No. 1及びNo. 2の結果から、溶射電極が形成された接合体の方が形成されていない接合体に比べて接合強度が低いことが分かった。すなわち、溶射電極4と素子1の接合強度が低いため、溶射電極4を形

成してから接合すると、積層接合体の接合強度が低下する。従って、溶射電極を形成せずに接合材2によって一層の接合構造とすることにより、接合強度の高い積層接合体が得られる。

【0033】(2) 接合体No. 1及びNo. 3～No. 7の結果から、接合材2の接合温度が高い程、接合強度が高いことが分かった。この結果からは、接合温度を200℃以上とすることにより、優れた接合強度と抵抗比とが得られることが分かった。なお、表1では示していないが、素子1は650℃以上の熱処理が施される

ことにより、V-I非直線性が低下するという性質を有している。従って、接合材2の接合温度を200℃～600℃とすることによって、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0034】(3) 接合体No. 1及びNo. 8の結果から、絶縁層3が素子1単体のみに形成されているよりも接合体全体に形成されている方が、耐電圧特性が高いことが分かった。接合材2は、耐電圧試験における閃絡の起点となるため、絶縁層3に覆われている方が耐電圧特性が高いためである。

【0035】(4) 接合体No. 1及びNo. 9～No. 13の結果から、金属量が70wt%の場合は、接合材2中の絶縁成分が多くなり過ぎるため抵抗比が上昇してしまい、99wt%の場合は、ガラス成分が少なすぎるため接合強度が低下することが分かった。従って、接合材2中の金属量を80wt%～98wt%とし、ガラス成分を20wt%～2wt%することにより、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0036】(5) 接合体No. 1及びNo. 14～No. 16の結果から、電極径比( $R2/R1$ )が0.8の場合は、接着面積及び通電面積が小さいため接合強度が低下し、かつ、抵抗比が上昇してしまい、電極径比が1.01の場合は、接合材2が素子1をはみ出しているため、その部分が閃絡の起点となり易く、耐電圧特性が低いことが分かった。従って、電極径比を $0.9 < R2/R1 \leq 1$ の範囲とすることにより、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0037】[1-3. 作用・効果] 以上のように、本実施例により、溶射電極を形成せずに接合材2によって一層の接合構造とし、接合材2の接合温度を200℃～600℃とし、積層接合体の全体を絶縁層3によって覆い、接合材2の金属量を80wt%～98wt%とし、かつ、電極径比を $0.9 < R2/R1 \leq 1$ の範囲とすることにより、優れた特性の積層接合体を提供することが

できる。

【0038】[2. 第2の実施例] 本発明による第2の実施例として、請求項5～請求項8記載の発明を適用した実施例を、図4を参照して説明する。非直線抵抗体の積層接合体では、その端部に端子金属が形成されることにより、避雷器等をより小型縮小化することができる。図4に示す積層接合体には、この端子金属6が設けられている。

【0039】まず、上述した第1の実施例と同様の方法により、図1に示すような積層接合体を作製し、これに、端子金属6を接合した。ここでは、第1の実施例において素子1と素子1との間を接合したように、素子1と端子金属6との間を接合材5により接合した。このようにして、図4に示す端子金属6付きの積層接合体を作製した。

【0040】第2の実施例では、以上のような非直線抵抗体の製造工程のうち、接合材5の接合温度、端子金属6の材料、接合材5の材料といった製造条件を変化させることにより、素子1と端子金属6との接合部分の接合強度を求める試験を行った。表2に、各積層接合体(接合体No. 17～No. 25)について、その製造条件と接合強度の試験の結果を示す。すなわち、接合体No. 17～No. 22は全て端子金属6の材料がアルミニウムであり、かつ、接合材5の材料がハンダであって、接合温度が100℃～600℃の間でそれぞれ異なっている。また、接合体No. 23及びNo. 24は、接合温度は同じく500℃であって接合材5の材料がハンダであるが、端子金属6が黄銅もしくはSUS403である。更に、接合体No. 25は、端子金属6の材料がアルミニウムであり、接合材5の材料が金属ガラス材である。

【0041】

【表2】

| 接合体<br>No. | 接合温度<br>(℃) | 端子金属材料 | 接合材料   | 接合強度<br>(MPa) |
|------------|-------------|--------|--------|---------------|
| 17         | 100         | アルミ    | ハンダ    | 2.3           |
| 18         | 200         | "      | "      | 4.8           |
| 19         | 300         | "      | "      | 5.0           |
| 20         | 400         | "      | "      | 5.1           |
| 21         | 500         | "      | "      | 5.6           |
| 22         | 600         | "      | "      | 5.8           |
| 23         | 500         | 黄銅     | "      | 5.9           |
| 24         | "           | SUS403 | "      | 3.8           |
| 25         | "           | アルミ    | 金属ガラス材 | 3.2           |

表2の試験結果から、以下のことが明らかとなった。すなわち、接合体No. 17の結果から、接合材5の接合温度が200℃以上とすることにより、接合強度が高い

ことが分かった。また、第1の実施例と同様の理由により、接合材5の接合温度を200℃～600℃とすることにより、優れた特性の積層接合体が得られる。

【0042】また、接合体No. 24の結果から、端子金属6の材料をSUS403とするよりもアルミニウムもしくは黄銅とした方が、接合強度が高いことが分かった。また、接合体No. 25の結果から、接合材5の材料を金属ガラス材とするよりもハンダとした方が、接合強度が高いことが分かった。

【0043】なお、表2では示していないが、素子1と端子金属6の接合材5は、ハンダのみでなくハンダを含んだ多層構造としても、優れた特性の積層接合体が得られることが確認されている。

【0044】以上のように、本実施例により、素子1と端子金属6とを接合する接合材5の接合温度を200℃～600℃とし、端子金属6の材料をアルミニウムもしくは黄銅とし、かつ、接合材5の材料をハンダもしくはハンダを含んだ多層構造とすることにより、優れた特性の積層接合体を提供することができる。

【0045】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、非直線抵抗体の積層接合体の素子間を一層の導電接合材料により接合し、その接合における熱処理温度を200℃～600℃の範囲内とし、積層接合体の側面全体を絶縁層で

コーティングし、導電接合材料の金属材料の含有率を80wt%～98wt%とし、かつ、電極径比を $0.9 < R2/R1 \leq 1$ の範囲とすることにより、接合強度が高く、耐電圧特性に優れた非直線抵抗体の積層接合体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による非直線抵抗体の積層接合体の一例を示す断面図

【図2】本発明による非直線抵抗体の積層接合体の一例を示す断面図

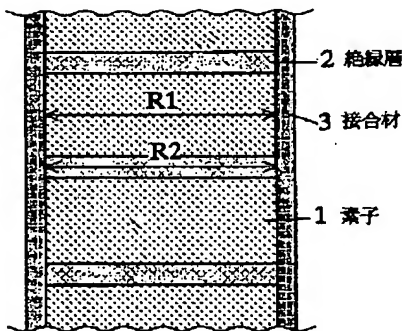
【図3】本発明による非直線抵抗体の積層接合体の一例を示す断面図

【図4】本発明による非直線抵抗体の積層接合体の一例を示す断面図

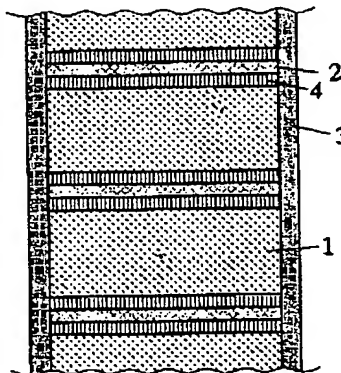
【符号の説明】

- 1…素子
- 2…接合材
- 3…絶縁層
- 4…溶射電極
- 5…接合材
- 6…端子金属

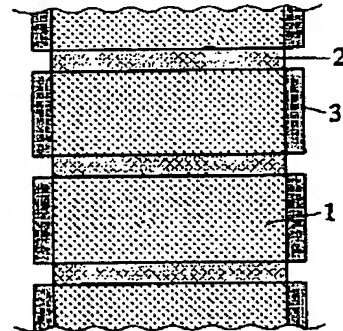
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

